

スマート・オコメ・チェーンコンソーシアム設立大会

主催：農林水産省

日時：令和3年8月3日（火曜日）15時00分～17時00分

場所：オンライン開催（zoom）

スマート農業からデータ駆動型フードシステムへ

三重大学 名誉教授

一般社団法人 ALFAE 代表理事

亀岡 孝治

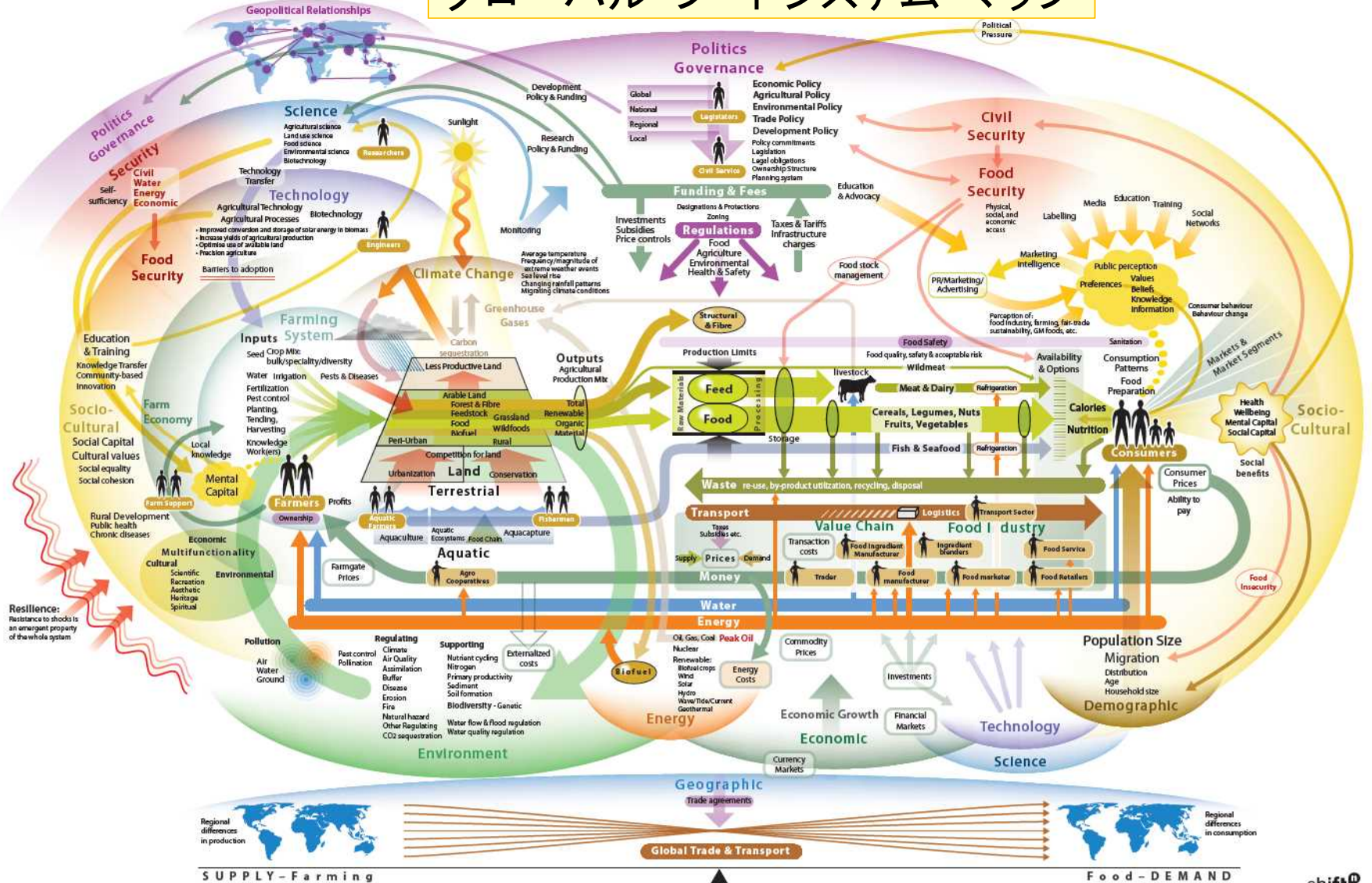
本日のトピックス

- フードシステムとは
- スマート農業に至る流れ
- CPSによるデータ駆動型社会
- フードシステムからデータ駆動型フードシステム(スマートフードチェーン)へ
- スマート・オコメ・チェーンのプロトタイプ
- スマート・オコメ・チェーンの展開に期待



Global Food System Map

グローバル・フードシステム・マップ



Global Food System Map (2011) <https://www.gov.uk/government/publications/future-of-food-and-farming>

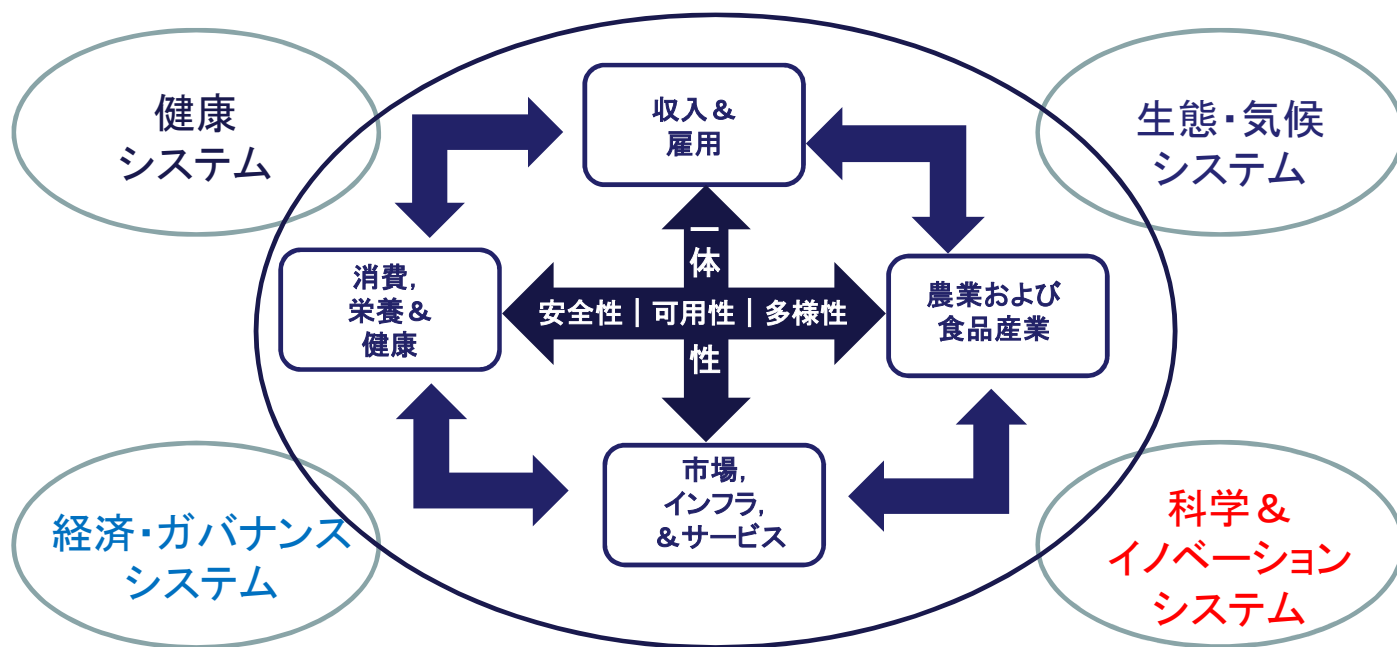
shift^o
copyright © 2009 shift ciba clarity in complexity

他のシステムとの関連でのフードシステム（国連，2021年3月）

（ポジティブシステムアプローチ）

フードシステムとは、
農業（畜産を含む）、林業、
漁業、食品産業に由来する
**食品の生産、集約、加工、
流通、消費、廃棄**（損失や
廃棄物）に関わるアクターと
それらが**相互に連携した**
付加価値のある活動全般、
およびそれらが組み込まれて
いるより**広範な経済・社会・
自然環境**を意味します

* FAO (2018) などによる定義による



Food Systems – Definition, Concept and Application for the UN Food Systems Summit
| A paper from the Scientific Group of the UN Food Systems Summit March 5, 2021,
<https://sc-fss2021.org/>

精密農業からスマート農業, そしてフードシステムへ (EU と 日本)

EU

- ・ **農作物の栽培管理技術の高度化** (収量確保のための生育環境の計測と施肥管理)
 - 欧州農業と共通農業政策 (CAP: Common Agricultural Policy)
 - CAP (1962年): 欧州の人々に十分な食糧を安定的に供給すること
 - ・ 現在: 気候変動緩和や自然資源の持続的利用に果たす農業の役割にも重点
 - CAP (2014年～2020年)
 - ・ 多様なスタイルの農業の持続と発展を助ける農村開発援助
 - 知識の移転・革新
 - 全てのタイプの農業の競争力の強化、加工・販売を含む食料チェーンの組織化、
 - リスク管理: 災害・収入保険、生態系の保全・強化、低炭素経済への移行、
 - 農村地域の貧困削減と経済開発の機能
- ・ **欧州農業の柱としての精密農業 (PA: Precision Agriculture)**
 - PAの目標: 環境への影響を潜在的に削減する一方で、技術投入に対するリターンを最適化する

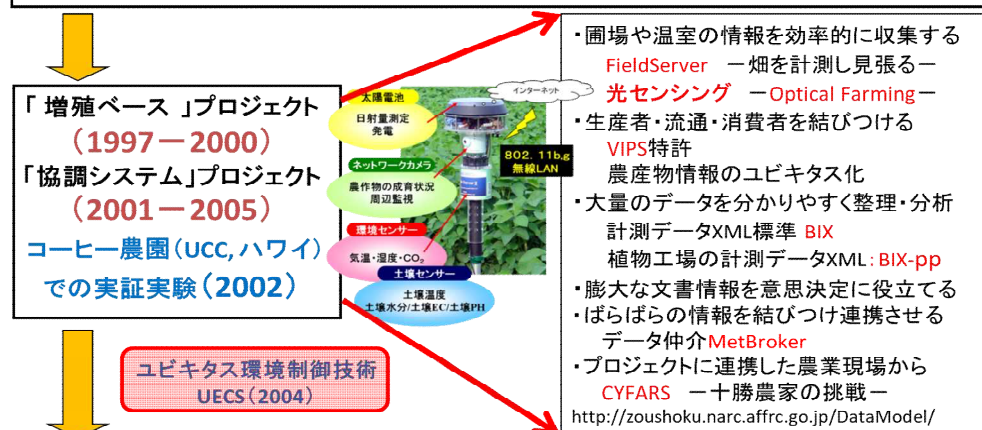
- ・ 2011-2013: SmartAgriFood - a FIWARE-based conceptual architecture and prototype applications (5 M€) 
- ・ 2013-2015: Flspace - B2B business collaboration platform for agri-food & logistics (+ apps) (13.5 M€) 
- ・ 2014-2016: Accelerators: SmartAgriFood2, Flnish, FRACTALS (~17 M€) - 125 apps/start-ups based on FIWARE/Flspace 
- ・ Sep. 2016: FIWARE Foundation established with 3 verticals: Smart Cities, Industry and Agri-Food 
- ・ 2017-2020: IoF2020 - The Internet of Food and Farm (30 M€) - IoT large-scale pilot for smart farming and food security 

- ・ 2020年2月-2024年1月: Food Systems in European Cities (FoodE)
Promoting urban-rural governance to transform food systems
Keyword: Citizen-led city region food systems (CRFS)

精密農業: センサーなどを通して収集された生産に関するデータを基に効率的な生産を目指す農業
スマート農業: 生産だけでなく経営や市況などあらゆるデータを基に、農業全体(生産・輸送・販売)の効率化を目指す農業で、精密農業もその一部に含まれる (Flspace 2015年2月 ALFAEの調査)

日本

FS「農林水産業における高度情報システムの開発に関する調査」(1996)



「農匠ナビ: 農家の作業技術の数値化及びデータマイニング手法の開発」プロジェクト 中核機関: 国立大学法人 九州大学、研究開発責任者: 教授 南石晃明 (2010-2014)

異分野融合プロジェクト(農業ICT分野)
(2014-2016)

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)生産システムコンソーシアム
(2014-2018)

スマート農業 = 「先端技術」 × 「農業技術」

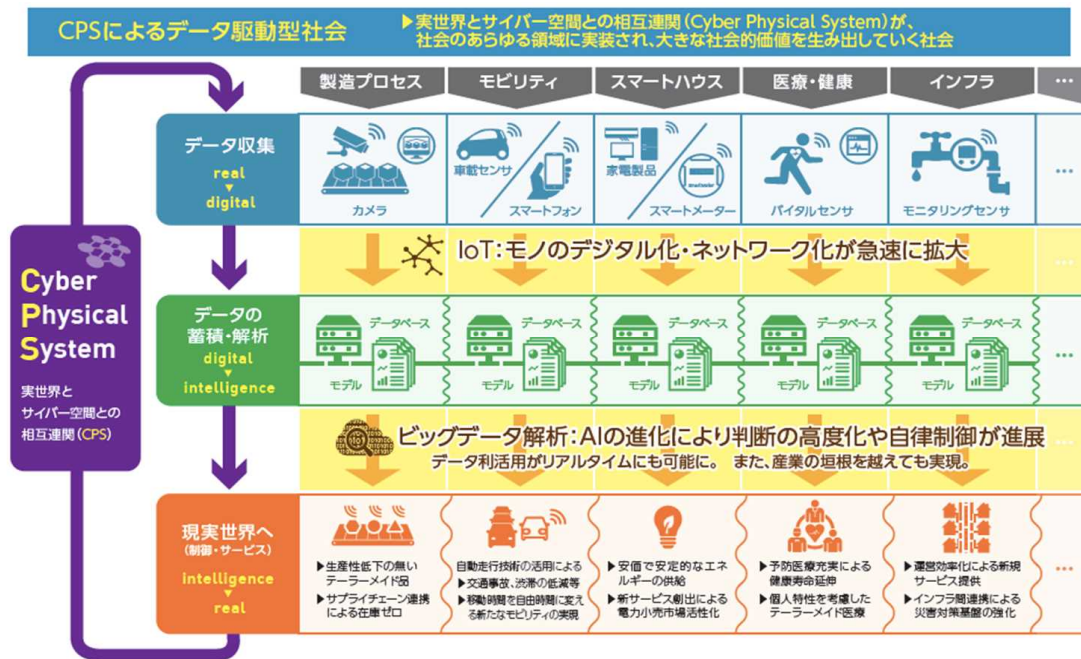


スマート農業の推進によるSociety5.0の実現 (農水省 2018年9月)

BigデータとCPS (Cyber Physical System)

インダストリー4.0

サイバーフィジカルシステムを導入した「スマートファクトリーの実現」(ドイツ, 2013年)



https://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/report01_02_00.pdf (2015年5月)

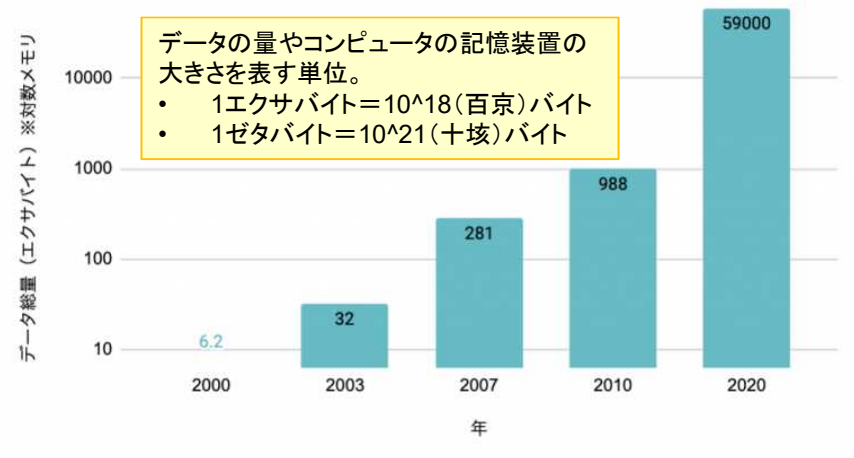
CPS (Cyber Physical System)

実世界(フィジカル空間)にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析／知識化を行い、そこで創出した情報／価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図っていくもの

電子情報技術協会 (JEITA)

データ総量 (エクサバイト) の推移

59ゼタバイト



情報通信白書平成26年版、International Data Corporation (IDC) (2020年5月発表)

DX (Digital Transformation) による変革

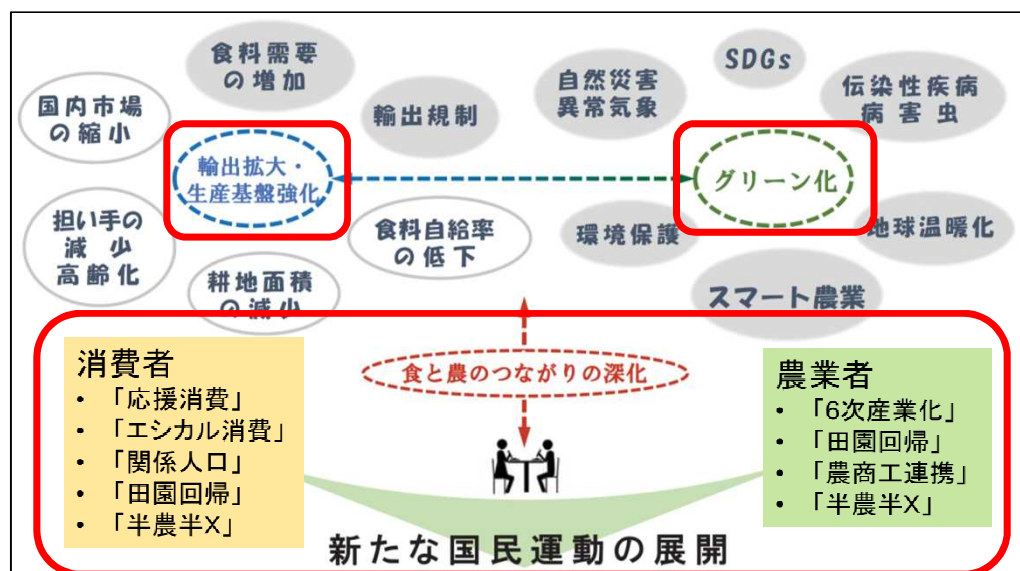
単にクラウドやAIを導入するだけではなく、幅広い領域や複数の技術を組み合わせた変革を模索する、より大きな変化を促す概念。

今後3年間の生成データ量は過去30年間の生成量よりも多くなり、DXに対する全世界での支出が23年までに5.3兆ドルに達すると予測。

食料・農業・農村基本計画(2020年3月31日)に規定された新たな国民運動

1次産業(生産) × 2次産業(加工) × 3次産業(流通・販売・サービス) = 食の6次産業化

日本の地域ベースのフードシステムとしての位置づけ
(六次産業化・地産地消法:2010年12月3日公布)



食糧と食料

- 食糧: 穀物、大豆、イモ類(基本的な飼料)
- 食料: 食糧、生鮮食品(青果物、水産物、食肉)、日配品(乳製品等)、加工食品などすべての食べ物を包括。
- 立場が変われば呼び方も変化、呼び方が変われば機能も変化
 - 米や野菜は、**農家や農民**にとっては**農産物**
 - 政府や行政**にとっては**食料**
 - 食品加工業者や流通業者**にとっては、米や野菜は**商品**
 - 消費者**にとって、米や野菜は**食品**

【主食用米の需要量の推移】



資料: 農林水産省「米穀の需給及び価格の安定に関する基本指針」

EUのグリーンディール: 農場から食卓まで(From Farm to Fork: 2020年7月20日)

私たちの食べ物、私たちの健康、私たちの地球、私たちの未来



ヨーロッパの人々が健康的で手頃な価格の持続可能な食品を手に入れられるようにしましょう。



気候変動への取り組み



環境保護と生物多様性の保全



Short Food Supply Chain(SFSC)
フードチェーンにおける公正な経済的リターン



有機農業を増やす

フードシステムからデータ駆動型フードシステム(スマートフードチェーン)へ

フードシステムをCPS化

CPS時代は「質の悪いデータによるリスク」が高まる

データドリブンジャーニー

- Data: それ単体では意味を成さない記号や信号
- Information: Dataを組み合わせ、意味を持たせたもの
- Knowledge: Informationを分析して体系化したもので、人に論理立てて教えることができるノウハウや知見
- Wisdom: Knowledgeの中でも行動の理由となるもの
- Value: Wisdomを生かした行動によって得られた価値



データマネジメントのプロセス

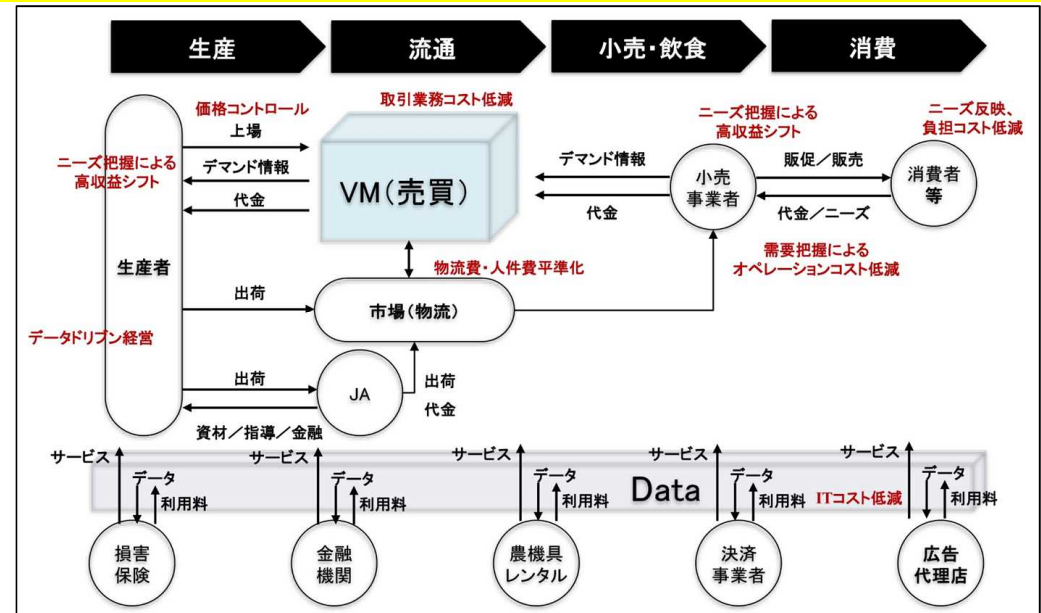
- DataからInformationを「整備」
- InformationをKnowledgeへと「知識化」
- KnowledgeをWisdomからValueへと「価値化」

データのサプライチェーン構築

デジタルマーケティング4.0を用いた
CDP (Customer Data Platform) 構築と消費者心理解析

BIGデータのリアルタイム分析に対応するため
AI/機械学習を援用

ステイクホルダーマップ (ToBe像例示)



NEDO 人工知能技術適用によるスマート社会の実現 農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発
昨年度研究成果共有と本年度活動紹介 2020年8月4日

フードシステムに必要な機能

- ・価格形成機能
- ・品質評価機能
- ・需要調整機能
- ・代金決済機能
- ・物流効率化機能
- ・情報伝達機能

G x E x M x M x P = 生産性/採算性
テロワール情報(デジタルテロワール)

「日本のお米」の主な流通経路

The grid contains 10 photographs illustrating the rice cultivation process:

- Top Left:** Rice seedlings in a nursery bed.
- Top Center:** A close-up of rice seedlings in a nursery bed.
- Top Right:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Second Row Left:** A person working in a rice paddy field, likely transplanting seedlings.
- Second Row Center:** A person working in a rice paddy field, likely transplanting seedlings.
- Second Row Right:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Third Row Left:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Third Row Center:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Third Row Right:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Bottom Row Left:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Bottom Row Center:** A view of a rice paddy field with young seedlings.
- Bottom Row Right:** A view of a rice paddy field with young seedlings.

田んぼの準備から発芽まで			
 耕転したのちのり取りと保水 田んぼの準備、田んぼづくりの第一歩は「耕転」です。耕転によって土がふかくなり、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 床土にこつと切り当 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 田んぼの底の水を「畦」に切り当 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 田んぼにのり水を撒き 田んぼにのり水を撒き、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）
 ロータリーとトラウでトラウを回しこ 田んぼの準備、田んぼづくりの第一歩は「耕転」です。耕転によって土がふかくなり、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 育苗用の床土にこつと入れ 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 耕転したのちの水を「えんすいせん」に流 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 耕転したのちの水を「えんすいせん」に流 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）
 種まきと育苗用の準備 田んぼの準備、田んぼづくりの第一歩は「耕転」です。耕転によって土がふかくなり、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 育苗用の床土にこつと入れ 耕転したのち、田んぼの底に水をため、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 種まきと育苗用の準備 田んぼの準備、田んぼづくりの第一歩は「耕転」です。耕転によって土がふかくなり、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）	 種まきと育苗用の準備 田んぼの準備、田んぼづくりの第一歩は「耕転」です。耕転によって土がふかくなり、水はけがよくなります。また、田んぼの底に水をためることで、田んぼの土が湿り、水はけがよくなります。 （田んぼづくり）

“耕す”  トラクタ	“植える”  田植え機
--	--

農業機械

The collage features several images related to IoT and smart infrastructure:

- Two white smart home devices with green accents and the "e2 smart home" logo.
- A screenshot of a weather application showing a map, current temperature (31°C), and a 5-day forecast.
- A diagram of a smart parking system with a car, a sensor, and a display showing "空き台数" (Available spaces).
- An illustration of a person in a blue uniform using a smartphone, with a list of services: "商売管理" (Business management), "結算管理" (Settlement management), "周辺状況管理" (Surrounding situation management), and "その他" (Others).
- A small diagram showing a "オープンAPI" (Open API) connecting to various services.

田んぼの管理と被害対策

早から稲を守るための「深水管理」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

除草剤の散布と耕（まぜ）のやり方

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

水と肥料によるコントロール

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

新しい芽が出る「分けつふんばり」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

耕しながら除草する「中耕除草」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

水の減量をやる「溝切り」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

田んぼを乾かし草取りへ

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

劣化と稲を守る稲草

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

水を乾かし「中干し」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

稲の成長で重なる「いもれ草」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

稲もみを手荒ささせるための「穂割（はき）草取り」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

日照りによる高温害

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

日照不足による落葉（いらい）

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

お米を作るための「光合成」

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

虫除けネットと開花

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

【かんがい】

穂子が発育する豊稔（とうじやく）

【稲作かんがい管理】 稲作かんがい管理は、早から稲を守るために、田植え後、田んぼに水をため、水深を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。水深を一定に保つことで、田んぼの水温を一定に保ち、田んぼの水温を一定に保つことが重要です。

農家の直売・緑故米[6次産業化: Short Food Supply Chain (SFSC)]

米穀卸(農協子会社を含む)web・通信販売

この流通が一般的

生産者

農協

集荷業者

米穀卸売

商社

流通系
量販
スーパー
ディスカウント
ドラッグストア
など

米屋

消費者
飲食店
中食(惣菜)

消費者の
米購入における
価値判断基準

- ・袋・生産地
- ・品種
(=コシヒカリなど)
- ・見た目
(白濁したお米が少ない)
- ・価格
- ・販売店の規模

商品の流れ → 赤線の太さは流通量と比例

収穫から食卓へ
“収穫する”



コンバイン

- ・乾燥機
- ・粳摺り機
- ・精米機
- ・光選別器
- ・検査機器
- 外観品質、食味







籾(もみ)を取り除いて玄米にする「籾すり」



糠(ぬか)と胚芽を取り除く「精米」



お米を炊く「炊飯」



いただきます

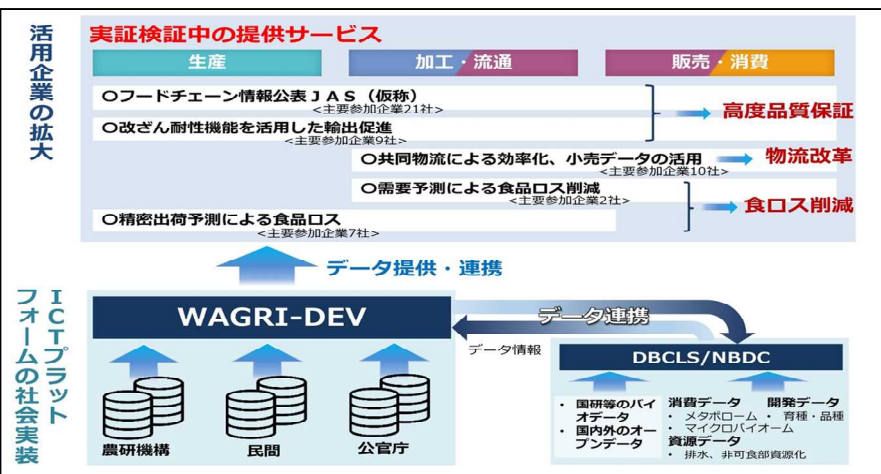
【図説だっこく】-乾燥が鍵なのは「籾すり(もみすり)」の作業です。籾すりは、籾から糠(ぬか)もみがらを取り除いて玄米にする作業【籾まきから175日目】 玄米の状態で、お米は籾殻で覆われています。この籾殻から、糠(ぬか)と胚芽を取り除く作業が精米は米を磨(む)つくともいいます。

【籾まきから175日目】 精米されたお米をご飯にするために、炊飯します。炊飯は、「煮る・蒸す」の複合作業で、お米のよいさを最大限に引き出すために発明された、画期的な技術—

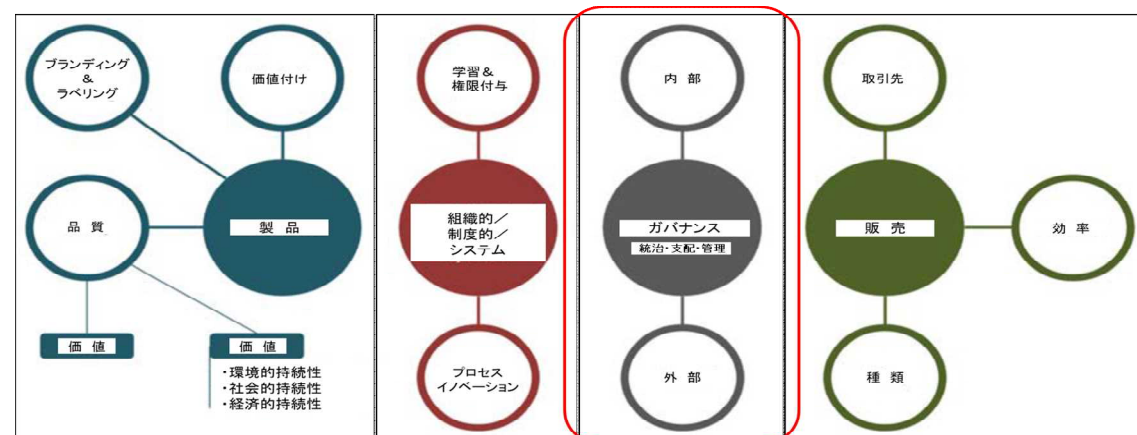
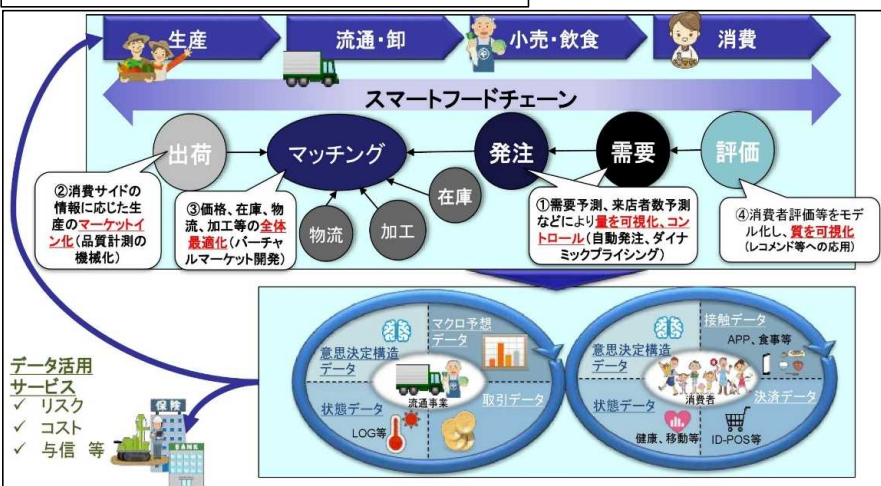
【籾まきから180日目】 “お米ができるまで”で書・稲を栽培させていた田んぼでは、1粒の籾から約99粒のお米が作れます。そのお米を炊いて、おにぎりしました。

bota.co.jp/kubotatanbo/rice/

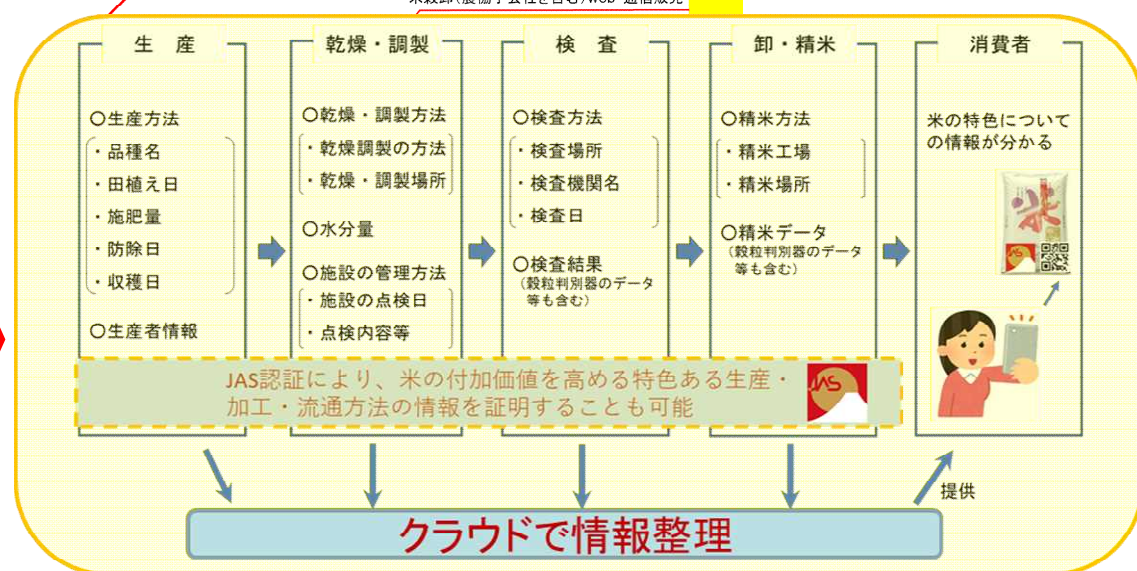
スマートバイオ産業・農業基盤技術 ースマートフードシステムをフレームー



<http://www.sip2020.go.jp/docs/07agriculture.pdf>

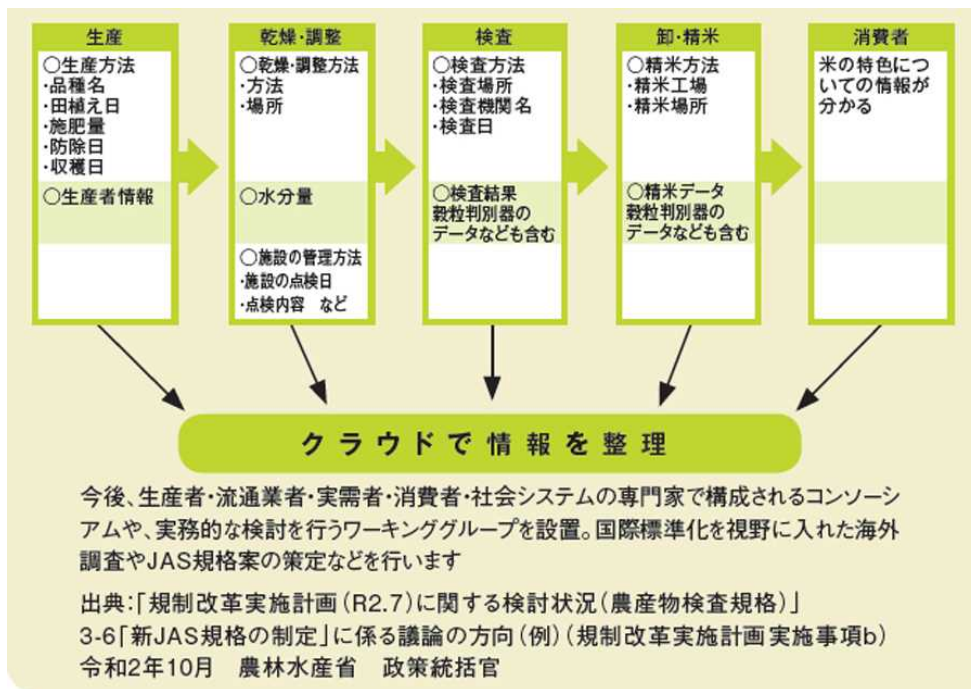


農家の直売・縁故米 [6次産業化: Short Food Supply Chains (SFSC) as Local and Sustainable Systems Sustainability 2020, 12(11), 4715; <https://doi.org/10.3390/su12114715>]



NEDO 人工知能技術適用によるスマート社会の実現 農作物におけるスマートフードチェーンの研究開発 昨年度研究成果共有と本年度活動紹介 2020年8月4日

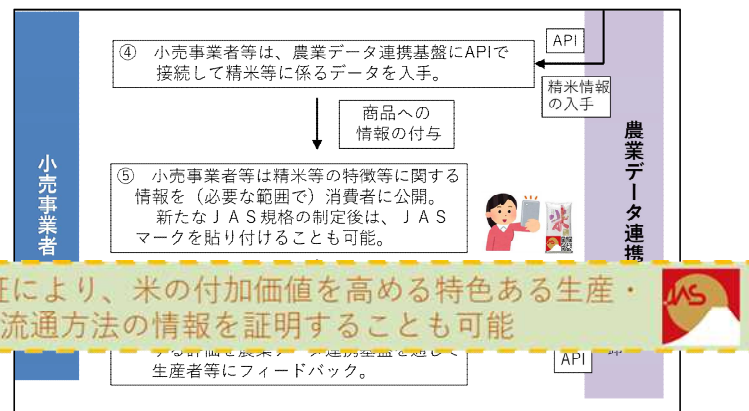
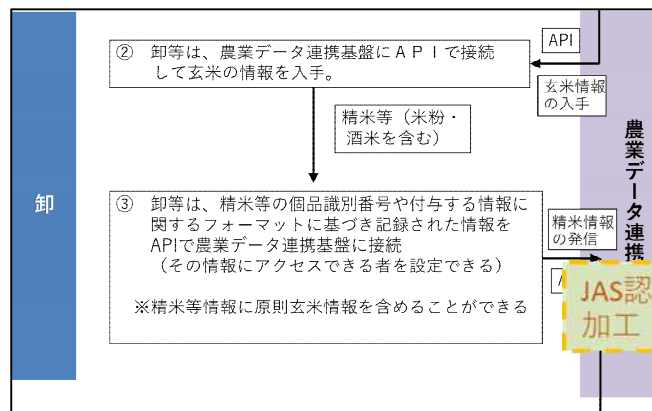
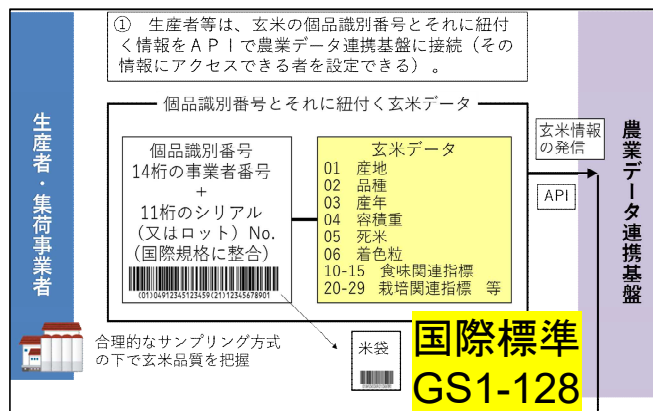
スマート・オコメ・チェーンのプロトタイプ



米の情報共有・マッチングプラットフォーム



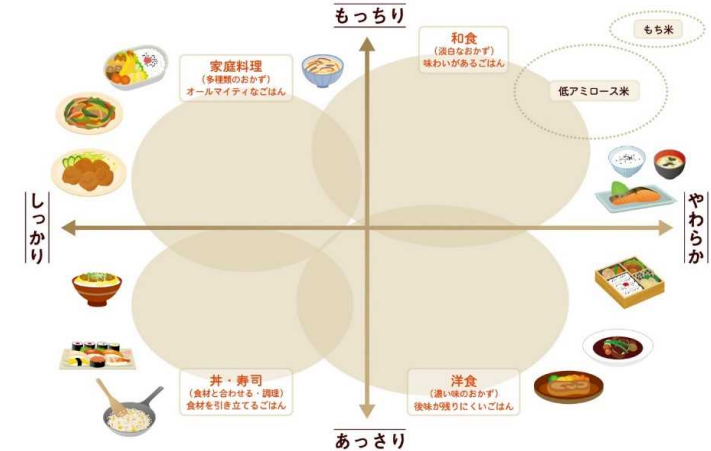
令和2年度データに基づく米の生産・流通・販売円滑化調査委託事業
「データに基づく米の生産・流通・販売円滑化に関する調査」報告書 (株式会社オプティム 2021年3月12日)



スマート・オコメ・チェーンの今後の展開に期待

- 新しい切り口で「日本米」の食文化を日本の若者と海外の和食ファンに、提供する転機
 - 日本の多くの米品種を「日本米」としての統一ブランド化
 - 各品種の味覚の多様性を『「日本米」の味覚マップ』でAIなどを援用して判定量的に表現
- 環境に関わる要素
 - フードチェーンCO₂排出量を算定の規定「GHGプロトコル」で計算
 - 水田からのメタン抑制と高温耐性のイネ育種
 - 水稻の窒素の利用効率を増加(Sustai-N-ableプロジェクト:地球研実践プロジェクト)
- 食品廃棄・ロス
 - 粳穀、米糠、稲わらの有効利用 (例):粳穀からトリポーラスを開発(ソニー)
 - お米が主体の食品(おにぎり、弁当、恵方巻きなど)の廃棄現状の見える化
- 食用米、加工用米(お酒、加工米飯、味噌、米菓等を目的)、新規需要米(飼料用、米粉用、稲発酵粗飼料用稲、青刈り稲・わら専用稲)も含めた全部の米のプラットフォーム構築
- 米粉の戦略的な国内・国際展開
 - 小城製粉はドイツに日本産米粉販社設立
 - アレルギー特定原材料等28品目不使用の米粉パン製造方法を開発(サタケ)
- 米取引にブロックチェーン技術の援用
(富士通は、Rice Exchangeと世界初の米取引プラットフォームを開発)
- 消費者サービスのためのCDP(Customer Data Platform)構築とBIGDATAによる消費者心理解析
- 国際標準化(GS1, AgGatewayなど)と国際認証(GlobalGAP, HACCP)

「日本米」の味覚マップ



埼玉県川越市 5つ星お米マイスター 金子真人さん提供

